

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

05520-030
OKAZAKI
September 16, 2003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-322452

[ST.10/C]:

[JP 2002-322452]

出 願 人

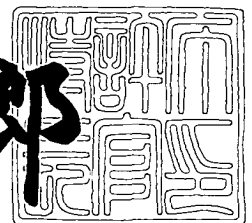
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3042000

【書類名】 特許願

【整理番号】 006P0064

【提出日】 平成14年11月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1
番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内

 【氏名】 岡崎 雅英

【特許出願人】

 【識別番号】 000207551

 【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100110847

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松阪 正弘

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 136468

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0107099

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子固定装置および光学素子固定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、
第 1 光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、

第 1 光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記第 1 光学素子から離れる支持部と、

第 1 光学素子、または、ベース部に取り付けられた第 2 光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、

前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回転する機構と、

前記受光部からの出力に基づいて第 2 光学素子を基準とする位置に第 1 光学素子を位置させる制御部と、

を備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光学素子固定装置であって、

前記制御部が、固定媒体の硬化途上において第 1 光学素子の位置の制御を行うことを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、

前記第 1 光学素子がコリメータレンズであることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、

前記第 2 光学素子が前記第 1 光学素子に向けて光を出射する半導体発光素子であることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 5】 請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、

前記第 1 光学素子がマイクロレンズアレイであることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 6】 請求項 1、2 または 5 に記載の光学素子固定装置であって、

前記第 2 光学素子が前記第 1 光学素子に向けて光を出射する光導波路素子であ

ることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 7】 請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、
前記第 1 光学素子が光ファイバであることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 8】 請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、
第 1 光学素子および第 2 光学素子のうち前記受光部に近い前方光学素子と前記受光部との間において光路に対して進退可能な切替レンズをさらに備え、
前記前方光学素子がレンズであり、前記切替レンズが前記光路上に配置された状態において前記前方光学素子と前記受光部内の受光素子面とが光学的に共役とされることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 9】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、
光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、
光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離れる支持部と、
前記保持部に対して前記支持部を少なくとも 3 つの軸に関して相対的に移動または回転する移動機構と、
を備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の光学素子固定装置であって、
前記移動機構が、前記保持部に対して前記支持部を 3 つの移動軸に沿って相対移動するとともに 3 つの回転軸を中心に相対回転することを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 11】 請求項 9 または 10 に記載の光学素子固定装置であって、
前記光学素子が、半導体発光素子、コリメータレンズ、マイクロレンズアレイまたは光ファイバであることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 12】 請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、
前記支持部の温度を制御する温度制御部をさらに備え、
前記支持部がはんだを介して光学素子を支持することを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 ないし 1 2 のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、

固定媒体が樹脂成分を含む接着剤であり、

ベース部上の固定媒体を硬化させる硬化手段をさらに備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 ないし 1 2 のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、

固定媒体がガラスパウダ、または、はんだであり、

前記保持部の温度を制御するもう 1 つの温度制御部をさらに備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 1 5】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって

、
光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と

、
光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離れる支持部と、

光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、

前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回転する機構と、

前記受光部からの出力に基づいてベース部を基準とする位置に光学素子を位置させる制御部と、

を備えることを特徴とする光学素子固定装置。

【請求項 1 6】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって

、
第 1 光学素子を支持部により支持し、ベース部に対する所定位置に位置させる工程と、

前記第 1 光学素子、または、前記ベース部に取り付けられた第 2 光学素子を介して出射される基準光線を受光部により受光する工程と、

前記受光部からの出力に基づいて前記第 2 光学素子を基準とする位置に前記第 1 光学素子を位置させる工程と、

固定媒体により前記第 1 光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、
固定後の前記第 1 光学素子から前記支持部を離す工程と、
を有することを特徴とする光学素子固定方法。

【請求項 17】 光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって

、
光学素子を支持部により支持し、少なくとも 3 つの軸に関して相対的に移動または回転することによりベース部に対する所定位置に位置させる工程と、
固定媒体により前記光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、
固定後の前記光学素子から前記支持部を離す工程と、
を有することを特徴とする光学素子固定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子を位置決めして固定する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学素子ユニット（すなわち、光学素子の組み立て部品であり、例えば、光ファイバの組み立て部品や光通信用デバイス等）において、微小な光学素子を所定の光軸に対して位置決めして固定する（いわゆる、アライメントであり、位置および姿勢を調整する）手法として、光学素子を保持部材の接触面に当接させつつ 1 または 2 方向に移動して位置決めし、はんだや接着剤（例えば、紫外線硬化樹脂を含む接着剤）を周囲に充填して固定したり、あるいは、YAG レーザ等の高エネルギーのパルス光を照射するレーザ融着やガラスパウダを用いるガラス融着等により固定することが従来より行われている。

【0003】

例えば、図 1 に示すように半導体レーザのベアチップ 191（以下、「半導体レーザ」という。）と光ファイバ 192 とを位置決めして固定する際には、V 型の断面形状を有する溝 193a が形成された保持部材 193 に対して、光ファイバ 192 の先端が溝 193a の側面に当接することにより位置決めされる。また

、コレット（図示省略）に支持された半導体レーザ 1 9 1 は保持部材 1 9 3 の上面に当接しつつ、光ファイバ 1 9 2 に対して位置決めされ固定媒体（例えば、はんだ）により固定される。

【0 0 0 4】

また、図 2 に示すように光導波路素子 1 9 4 と複数の光ファイバ 1 9 2 とを位置決めして固定する、いわゆる、カップリングの場合には、光導波路素子 1 9 4 が保持部材 1 9 5 に対して位置決めされて固定される。V 型の断面形状を有する複数の溝 1 9 6 a が形成された位置決め部材 1 9 6、および、同様の断面形状を有する溝 1 9 7 a が形成された位置決め部材 1 9 7 には、複数の光ファイバ 1 9 2 がそれぞれ溝 1 9 6 a、1 9 7 a の側面に当接して接着剤等により固定され、各位置決め部材 1 9 6、1 9 7 が保持部材 1 9 5 に固定されることにより、各光ファイバ 1 9 2 が光導波路素子 1 9 4 に対して位置決めされる。

【0 0 0 5】

なお、関連する技術としては以下の文献に記載されたものがある。

【0 0 0 6】

【非特許文献 1】

「光技術コンタクト」，社団法人日本オプトメカトロニクス協会，平成 8 年 1 2 月 2 0 日，V o l . 3 4，N o . 1 2（1 9 9 6），p . 6 1 9 - 6 2 7，6 3 6 - 6 4 0

【非特許文献 2】

「OPTRONICS」，株式会社オプトロニクス社，平成 1 1 年 4 月 1 0 日，N o . 4（1 9 9 9），p . 1 2 9 - 1 3 3，1 4 0 - 1 4 9

【非特許文献 3】

「OPTRONICS」，株式会社オプトロニクス社，平成 1 1 年 7 月 1 0 日，N o . 7（1 9 9 9），p . 1 4 9 - 1 5 5

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、図 1 に示す光学素子ユニットにおいて、光ファイバ 1 9 2 は Z 方向に関しては所望の位置に調整することが可能であるが、他の方向に関する位置お

よび姿勢は溝 1 9 3 a の形状により決定される。また、半導体レーザ 1 9 1 は、X, Z 方向への移動により光ファイバ 1 9 2 に対して位置決めされるが、Y 方向に関する位置については自在に決定することができない。その結果、X, Z 方向に関する相対的な位置決め精度を $1 \sim 2 \mu\text{m}$ と高精度にすることができるのに対して、Y 方向に関する相対的な位置決め精度は溝 1 9 3 a の加工精度、および、固定媒体の厚みの再現性に依存するため、X, Z 方向よりも悪く（例えば、数 μm ）になってしまう。

【0 0 0 8】

また、図 2 に示す光学素子ユニットの場合には、各位置決め部材 1 9 6, 1 9 7 と保持部材 1 9 5 との間に接着剤等を付与し、X, Z 方向については貼り付け位置を調整することにより光導波路素子 1 9 4 に対して $0.2 \mu\text{m}$ 程度の位置決め精度とすることができるが、Y 方向については溝 1 9 6 a, 1 9 7 a の加工精度や光ファイバ 1 9 2 の径のばらつき等により $1 \mu\text{m}$ 程度の位置決め精度となってしまう。

【0 0 0 9】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、光学素子を高精度に位置決めして固定することを目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、第 1 光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、第 1 光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記第 1 光学素子から離れる支持部と、第 1 光学素子、または、ベース部に取り付けられた第 2 光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回動する機構と、前記受光部からの出力に基づいて第 2 光学素子を基準とする位置に第 1 光学素子を位置させる制御部とを備える。

【0 0 1 1】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の光学素子固定装置であって、前記

制御部が、固定媒体の硬化途上において第 1 光学素子の位置の制御を行う。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、前記第 1 光学素子がコリメータレンズである。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、前記第 2 光学素子が前記第 1 光学素子に向けて光を出射する半導体発光素子である。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、前記第 1 光学素子がマイクロレンズアレイである。

【 0 0 1 5 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1、2 または 5 に記載の光学素子固定装置であって、前記第 2 光学素子が前記第 1 光学素子に向けて光を出射する光導波路素子である。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、前記第 1 光学素子が光ファイバである。

【 0 0 1 7 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の光学素子固定装置であって、第 1 光学素子および第 2 光学素子のうち前記受光部に近い前方光学素子と前記受光部との間において光路に対して進退可能な切替レンズをさらに備え、前記前方光学素子がレンズであり、前記切替レンズが前記光路上に配置された状態において前記前方光学素子と前記受光部内の受光素子面とが光学的に共役とされる。

【 0 0 1 8 】

請求項 9 に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離

れる支持部と、前記保持部に対して前記支持部を少なくとも3つの軸に関して相対的に移動または回動する移動機構とを備える。

【 0 0 1 9 】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の光学素子固定装置であって、前記移動機構が、前記保持部に対して前記支持部を3つの移動軸に沿って相対移動するとともに3つの回動軸を中心に相対回動する。

【 0 0 2 0 】

請求項11に記載の発明は、請求項9または10に記載の光学素子固定装置であって、前記光学素子が、半導体発光素子、コリメータレンズ、マイクロレンズアレイまたは光ファイバである。

【 0 0 2 1 】

請求項12に記載の発明は、請求項1ないし11のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、前記支持部の温度を制御する温度制御部をさらに備え、前記支持部がはんだを介して光学素子を支持する。

【 0 0 2 2 】

請求項13に記載の発明は、請求項1ないし12のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、固定媒体が樹脂成分を含む接着剤であり、ベース部上の固定媒体を硬化させる硬化手段をさらに備える。

【 0 0 2 3 】

請求項14に記載の発明は、請求項1ないし12のいずれかに記載の光学素子固定装置であって、固定媒体がガラスパウダ、または、はんだであり、前記保持部の温度を制御するもう1つの温度制御部をさらに備える。

【 0 0 2 4 】

請求項15に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定装置であって、光学素子を固定するための固定媒体が付与されるベース部を保持する保持部と、光学素子を支持してベース部へと搬送し、固定後に前記光学素子から離れる支持部と、光学素子を介して出射される基準光線を受光する受光部と、前記保持部に対して前記支持部を相対的に移動または回動する機構と、前記受光部からの出力に基づいてベース部を基準とする位置に光学素子を位置させる制御部

とを備える。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 6 に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって、第 1 光学素子を支持部により支持し、ベース部に対する所定位置に位置させる工程と、前記第 1 光学素子、または、前記ベース部に取り付けられた第 2 光学素子を介して出射される基準光線を受光部により受光する工程と、前記受光部からの出力に基づいて前記第 2 光学素子を基準とする位置に前記第 1 光学素子を位置させる工程と、固定媒体により前記第 1 光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、固定後の前記第 1 光学素子から前記支持部を離す工程とを有する。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 7 に記載の発明は、光学素子をベース部に固定する光学素子固定方法であって、光学素子を支持部により支持し、少なくとも 3 つの軸に関して相対的に移動または回転することによりベース部に対する所定位置に位置させる工程と、固定媒体により前記光学素子を前記ベース部に対して固定する工程と、固定後の前記光学素子から前記支持部を離す工程とを有する。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

図 3 は本発明の第 1 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 を示す斜視図である。図 3 の光学素子固定装置 1 0 1 は、光ビームを出射する半導体レーザ 4 1 が固定されたベース部 2 2 に、コリメータレンズ 4 2（例えば、直径 1 m m 程度のセルフオック（登録商標）マイクロレンズ、または、非球面プレスレンズにより形成される。）を位置決めして固定する装置であり、光学素子固定装置 1 0 1 により、光ビームを平行光として出射する光学素子ユニット（以下、「半導体レーザモジュール」という。） 1 1 が製作される。光学素子固定装置 1 0 1 は、ベース部 2 2 を保持する保持部 1 2 1、コリメータレンズ 4 2 を支持する支持アーム 6 1、および、各種演算処理を行う C P U や各種情報を記憶するメモリ等により構成された制御ユニット 1 0 5 を備える。

【 0 0 2 8 】

保持部 1 2 1 は、図 3 中の Z 方向に延びるプレート 1 2 0 上に設けられ、保持部 1 2 1 の上面には (+Y) 方向に突出しベース部 2 2 の位置決めに利用されるベース部用補助部材 1 2 2、および、V 型の断面形状を有する溝が形成されたコリメータレンズ用補助部材 1 2 3 が設けられ、コリメータレンズ用補助部材 1 2 3 には組み立て前のコリメータレンズ 4 2 が溝の側面に当接して載置される。保持部 1 2 1 には、保持部 1 2 1 を加熱する保持部ヒータ 1 2 4、保持部 1 2 1 の表面温度を検出する温度センサ 1 2 5、および、半導体レーザ 4 1 に接続されるプローブピン 1 2 6 (アノード端子とカソード端子を有する) がさらに設けられ、保持部ヒータ 1 2 4、温度センサ 1 2 5 およびプローブピン 1 2 6 は制御ユニット 1 0 5 に接続される。

【0 0 2 9】

支持アーム 6 1 には制御ユニット 1 0 5 に接続されたアームヒータ 1 6 1 が設けられ、アームヒータ 1 6 1 により支持アーム 6 1 の表面温度が調整される。また、支持アーム 6 1 は後述する各種移動機構により Y 方向への移動、および、X 軸、Y 軸、Z 軸にそれぞれ平行な回動軸 (以下、それぞれ α , β , γ 軸と呼ぶ。) を中心として回動可能に支持されている。

【0 0 3 0】

光学素子固定装置 1 0 1 は、保持部 1 2 1 を図 3 中の X 方向へと移動する X 方向移動機構 1 3 1、および、Z 方向へと移動する Z 方向移動機構 1 3 4 を有する。基台 1 1 1 上に設けられた X 方向移動機構 1 3 1 は、マイクロメータを有する X 方向調整機構 1 3 2 が固定された X ステージ 1 3 3 を有し、X 方向調整機構 1 3 2 を制御することにより X ステージ 1 3 3 が基台 1 1 1 との間に設けられたガイドレール (図示省略) に沿って X 方向へと移動する。また、Z 方向移動機構 1 3 4 も同様の構成となっており、マイクロメータを有する Z 方向調整機構 1 3 5 を制御することによりプレート 1 2 0 に固定された Z ステージ 1 3 6 が Z 方向へと移動する。なお、X 方向移動機構 1 3 1 および Z 方向移動機構 1 3 4 は制御ユニット 1 0 5 に接続される。

【0 0 3 1】

また、光学素子固定装置 1 0 1 は、支持アーム 6 1 を Y 方向へと移動する Y 方

向移動機構 1 3 7、 α 軸を中心に回動する α 回動機構 1 4 1、 γ 軸を中心に回動する γ 回動機構 1 4 4、および、 β 軸を中心に回動する β 回動機構 1 4 7 を有する。Y 方向移動機構 1 3 7 は、基台 1 1 1 上に設けられたプレート 1 1 2 に取り付けられ、マイクロメータを有する Y 方向調整機構 1 3 8 が固定された Y ステージ 1 3 9 を有する。Y 方向調整機構 1 3 8 が制御されることにより、Y ステージ 1 3 9 が Y 方向へと移動する。

【 0 0 3 2 】

Y ステージ 1 3 9 には α 回動機構 1 4 1 の減速機構付モータ 1 4 2 が取り付けられ、減速機構付モータ 1 4 2 が制御されることにより α テーブル 1 4 3 が α 軸を中心として回動する。 α テーブル 1 4 3 には L 型部材 1 4 0 が固定される。L 型部材 1 4 0 は X 方向へと突出しつつ法線が Z 軸に平行な面 1 4 0 a を有しており、面 1 4 0 a には γ 回動機構 1 4 4 が取り付けられる。 γ 回動機構 1 4 4 は、 α 回動機構 1 4 1 と同様の構成とされ、減速機構付モータ 1 4 5 により γ テーブル 1 4 6 が γ 軸を中心として回動する。 γ テーブル 1 4 6 には支持アーム 6 1 を β 軸を中心に回動可能に支持する β 回動機構 1 4 7 が設けられ、 β 回動機構 1 4 7 の減速機構付モータ 1 4 8 により、支持アーム 6 1 が β 軸を中心として回動する。なお、Y 方向移動機構 1 3 7 および各回動機構 1 4 1、1 4 4、1 4 7 は制御ユニット 1 0 5 へと接続される。

【 0 0 3 3 】

光学素子固定装置 1 0 1 は、プローブピン 1 2 6 が接続された半導体レーザ 4 1 からの光ビームを受光する撮像部 7（例えば、CCD カメラ）をさらに有し、撮像部 7 はプレート 1 2 0 上に保持部 1 2 1 に対向して設けられる。撮像部 7 は検出用レンズ 1 7 1 および撮像デバイス 1 7 2 を有し、半導体レーザ 4 1 からの光ビームは検出用レンズ 1 7 1 を介して撮像デバイス 1 7 2 にて受光される。プレート 1 2 0 上には切替レンズ 1 7 3 がさらに設けられ、切替レンズ 1 7 3 は撮像部 7 とコリメータレンズ 4 2 との間において光ビームの光路に対して進退可能とされる。切替レンズ 1 7 3 が光路上に配置された状態において、切替レンズ 1 7 3 および検出用レンズ 1 7 1 によりコリメータレンズ 4 2 と撮像デバイス 1 7 2（厳密には、撮像デバイス 1 7 2 の受光面）とが光学的に共役とされる。また

、撮像部 7 の上方にはマクロレンズを有する保持部用撮像部 1 7 4 が設けられ、ベース部 2 2 上のコリメータレンズ 4 2 近傍が撮像される。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、光学素子固定装置 1 0 1 の構成を示すブロック図であり、制御部 1 5 1、画像処理部 1 5 2 およびアーム移動制御部 1 5 3 は図 3 中の制御ユニット 1 0 5 に格納されている。画像処理部 1 5 2 は撮像部 7 からの画像データに対して各種処理を施し、制御部 1 5 1 へと信号を出力する。アーム移動制御部 1 5 3 は制御部 1 5 1 からの信号に基づいて各移動機構 1 3 1, 1 3 4, 1 3 7 および各回動機構 1 4 1, 1 4 4, 1 4 7 (以下、「アーム移動機構 1 3 0」と総称する。)を制御し、これにより、支持アーム 6 1 が保持部 1 2 1 に対して互いに垂直な 3 つの移動軸 (すなわち、X, Y, Z 軸) に沿って相対移動するとともに、互いに垂直な 3 つの回動軸 (すなわち、 α , β , γ 軸) を中心に相対回動する。光学素子固定装置 1 0 1 では、制御部 1 5 1 が他の構成をさらに制御することにより光学素子ユニットが製作される。

【 0 0 3 5 】

ここで、本発明に係る光学素子固定装置 1 0 1 により製作される光学素子ユニットの基本構成について説明を行う。図 5 (a) ないし (c) は光学素子ユニットの基本構成を示す図である。図 5 (a) に示す第 1 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 a において、所定の光軸 5 (すなわち、光学素子が位置決めされる際の基準となる軸であり、以下、「基準光軸 5」という。) が相対的に固定されたベース部 2 の上方に基準光軸 5 に対して位置決めされた光学素子 4 が位置する。ベース部 2 と光学素子 4 との間には、はんだ 3 が介在し、光学素子 4 がベース部 2 に対して非接触にて固定される。光学素子 4 が位置決めされる際には、支持部 6 (支持アーム 6 1 に対応する。) により支持されつつ、互いに直交する 3 軸方向 (すなわち、図 5 (a) 中の X, Y, Z 軸方向) に移動可能とされ、さらに、各軸に平行な回動軸 (すなわち、 α , β , γ 軸) を中心として回動可能とされる。これにより、光学素子 4 は基準光軸 5 に対して位置決めされる。

【 0 0 3 6 】

図 5 (b) に示す第 2 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 b では、2 つの光

学素子 4 のうち一方に相対的に固定された（すなわち、一方の光学素子 4 により決定される）基準光軸 5 に対して他方の光学素子 4 が位置決めされつつ、互いに非接触にてはんだ 3 を介して固定される。また、図 5（c）に示す第 3 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 c では、基準光軸 5 が相対的に固定されたベース部 2 の上方に基準光軸 5 に対してそれぞれ位置決めされた複数の光学素子 4 が位置し、各光学素子 4 は、はんだ 3 を介在させてベース部 2 に対して非接触にて固定される。光学素子ユニット 1 a, 1 b, 1 c が製作される場合には、6 軸の自由度を有する支持部 6 により各光学素子 4 が位置決めされる。

【 0 0 3 7 】

なお、第 2 の基本構成は、一方の光学素子 4 により他方の光学素子 4 の位置決め基準となる基準光軸 5 が決定され、一方の光学素子 4 の一部が第 1 の基本構成におけるベース部 2 に相当すると捉えられ、第 2 の基本構成は第 1 の基本構成の応用であるといえる。また、第 3 の基本構成においても、基準光軸 5 を決定する一方の光学素子 4 が固定されたベース部 2 に対して他方の光学素子 4 が位置決めされると捉えた場合、第 3 の基本構成は第 1 の基本構成の応用であるといえる。

【 0 0 3 8 】

図 6 は光学素子固定装置 1 0 1 により半導体レーザモジュール 1 1 が製作される様子を示す図であり（但し、保持部 1 2 1 上の部材の一部、支持アーム 6 1 および撮像部 7 のみを示している。）、図 7 は半導体レーザモジュール 1 1 を製作する工程の流れを示す図である。以下、図 3、図 4 および図 6 を参照しながら図 7 に沿って半導体レーザモジュール 1 1 の製作工程および構造について説明する。

【 0 0 3 9 】

ベース部 2 2 には、図 6 中の（+Y）方向に突出する固定部 2 2 1 が設けられ、固定部 2 2 1 には U 型の断面形状を有する溝 2 2 2 が形成される。光ビームを出射する半導体レーザ 4 1 は事前にはんだ 3 2 を介して板状のサブマウント 2 1 に固定され、サブマウント 2 1 は、はんだ 3 3（好ましくは、融点のはんだ 3 2 より低いもの）を介してベース部 2 2 に固定される。このとき、半導体レーザ 4

1の光ビームを出射する面が固定部221に対向するように配置される。半導体レーザ41の取り付けにより、半導体レーザ41が出射する光ビームに対応する基準光軸5がベース部22に対して決定されることとなる（ステップS11）。

【0040】

半導体レーザ41が取り付けられたベース部22は固定部221側の側面がベース部用補助部材122に当接するようにして保持部121上に載置され（図3参照）、保持部121に対して位置決めされる。なお、ベース部22が位置決めされる基準面は必要に応じて適宜変更されてもよく、例えば、ベース部22の固定部221側の側面に直交する側面と当接する部材が保持部121上に設けられ、この部材と保持部121の上面（およびベース部用補助部材122）とによりベース部22が位置決めされてもよい。すなわち、光学素子固定装置101ではベース部22は一定の面を基準面として保持部121上に載置されればよい。

【0041】

続いて、コリメータレンズ用補助部材123上のコリメータレンズ42がはんだ60を介して支持アーム61により支持される（ステップS12）。具体的には、制御部151の制御により支持アーム61がアームヒータ161により加熱されつつ、アーム移動機構130によりコリメータレンズ用補助部材123に載置されたコリメータレンズ42上へと移動し、さらに、支持アーム61の先端にはんだ60が付与される。そして、支持アーム61の先端とコリメータレンズ42とが当接して、アームヒータ161による加熱が停止される。コリメータレンズ42はガラスにより形成されるが、はんだ60を介して支持アーム61の先端に固定するために外周面に金等の金属が予め蒸着されている（いわゆる、メタライズされている）。これにより、支持アーム61は容易にコリメータレンズ42を支持することができる。なお、コリメータレンズ42はコリメータレンズ用補助部材123の溝に沿って載置されることから、所定の姿勢にて支持アーム61に支持される。

【0042】

固定部221の溝222には、粉末のはんだ31（例えば、ボールはんだやクリームはんだ等）が付与される（あるいは、予め付与されている。）。はんだ3

1 は融点がはんだ 3 2, 3 3, 6 0 の融点よりも低いもの（例えば、融点が 1 4 0 度のもの）が利用され、ベース部 2 2 は保持部ヒータ 1 2 4 により保持部 1 2 1 を介してはんだ 3 1 の融点まで加熱される。

【 0 0 4 3 】

図 8 は、温度センサ 1 2 5 により検出される保持部 1 2 1 の温度と時間との関係（すなわち、温度プロファイル）を示す図である。図 8 において、時刻 T 1 が保持部ヒータ 1 2 4 の加熱が開始されたときであり、時刻 T 2 において保持部 1 2 1 の温度がはんだ 3 1 が溶融する温度 A とされる。保持部 1 2 1 の温度が A までは上昇すると保持部ヒータ 1 2 4 により保持部 1 2 1 が温度 A（または、A より若干高い温度）にて保持される。また、はんだ 3 1 が溶融する様子は保持部用撮像部 1 7 4 により撮像され、取得された画像からも確認される。はんだ 3 1 が溶融すると、支持アーム 6 1 によりコリメータレンズ 4 2 が溝 2 2 2 へと搬送される（ステップ S 1 3）。

【 0 0 4 4 】

半導体レーザ 4 1 には、プローブピン 1 2 6 を介して制御ユニット 1 0 5 に格納された半導体レーザ駆動部（図示省略）が電氣的に接続され、半導体レーザ駆動部の制御により半導体レーザ 4 1 から光ビームがコリメータレンズ 4 2（すなわち、図 6 中の（-Z）方向）に向けて出射される。光ビームはコリメータレンズ 4 2 を介してベース部 2 2 の（-Z）方向に位置する撮像部 7 へと導かれる。撮像部 7 では、コリメータレンズ 4 2 から導出される光ビームの状態を示す画像が取得され（ステップ S 1 4）、画像処理部 1 5 2 へと出力される（図 4 参照）。画像処理部 1 5 2 では、適宜、取得された画像に対して処理が施され、処理後の画像が制御部 1 5 1 へと出力される。制御部 1 5 1 が処理後の画像に基づいてアーム移動制御部 1 5 3 へ制御信号を出力することにより、支持アーム 6 1 がコリメータレンズ 4 2 を X, Y, Z 軸方向へ移動、および、 α , β , γ 軸を中心として回転し、半導体レーザ 4 1 を基準として（すなわち、光ビームが基準光軸 5 に沿うように）コリメータレンズ 4 2 の位置および姿勢が調整される（いわゆる、アクティブアライメントが行われる。）（ステップ S 1 5）。

【 0 0 4 5 】

図 9 (a) ないし (d) は、コリメータレンズ 4 2 が位置決めされる様子を説明するための図である。図 9 (a) は、コリメータレンズ 4 2 が適切に位置決めされた状態を示し、コリメータレンズ 4 2 からの光ビームが基準光軸 5 に平行な平行光（すなわち、平行度（コリメート性）が良好な状態）とされており、光ビームは検出用レンズ 1 7 1 により撮像デバイス 1 7 2 上に小さなスポットを結ぶ（すなわち、取得される画像中の明るい領域の大きさが小さくなる）。また、光ビームは撮像デバイス 1 7 2 上の所定の位置に照射されることから光ビームの方向性についても良好であることが確認できる。

【 0 0 4 6 】

図 9 (b) の状態では、光ビームのコリメート性が調整不足であるため、撮像デバイス 1 7 2 上では光ビームのスポットが大きくなり、取得される画像中の明るい領域が、いわゆる、ぼけた状態となる。図 9 (c) の状態では、コリメータレンズ 4 2 の位置や姿勢が適切でなく、光ビームの方向が基準光軸 5 からずれた状態となり、撮像デバイス 1 7 2 上の所定の位置に光ビームが照射されない。

【 0 0 4 7 】

また、半導体レーザモジュール 1 1 が画像記録装置の光源等を利用される場合等では、コリメータレンズ 4 2 から出射直後の光ビームが利用されるため、上述した光ビームのコリメート性および方向性の調整に加えて、図 9 (d) に示すように切替レンズ 1 7 3 を光ビームの光路上に配置させた状態でコリメータレンズ 4 2 の位置および姿勢が微調整される。すなわち、コリメータレンズ 4 2 から導出された直後の光ビームの状態を示す画像が取得され、この画像（すなわち、導出された直後の光ビームの断面形状）に基づいてコリメータレンズ 4 2 が位置決めされる。なお、ステップ S 1 4 および S 1 5 は必要に応じて繰り返される。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 は製作途上の半導体レーザモジュール 1 1 を（-Z）側から（+Z）方向を向いて見たときの様子を示す図である。図 1 0 に示すように、高精度に（例えば、基準光軸 5 に対して $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ の精度にて）位置決めされたコリメータレンズ 4 2 はベース部 2 2 と非接触の状態とされており、コリメータレンズ 4 2 とベース部 2 2 との間には、はんだ 3 1 が十分に行き渡って介在する。な

お、この状態は保持部用撮像部 1 7 4 により取得される画像から確認される。コリメータレンズ 4 2 が位置決めされると、続いて、保持部ヒータ 1 2 4 による加熱が停止され（図 8 中の時刻 T 3）、自然冷却によりはんだ 3 1 の温度が低下し、硬化が開始される（ステップ S 1 6）。

【 0 0 4 9 】

各部材の温度が低下すると、収縮によりコリメータレンズ 4 2 の基準光軸 5 に対する相対的な位置が移動するが、はんだ 3 1 の硬化途上においても撮像部 7 ではコリメータレンズ 4 2 から導出される光ビームの画像が取得されるとともに（ステップ S 1 7）、コリメータレンズ 4 2 の位置が確認され（ステップ S 1 8）、制御部 1 5 1 により基準光軸 5 に対する相対移動に追従してコリメータレンズ 4 2 が位置決めされる（ステップ S 1 9）。ステップ S 1 7～S 1 9 は、はんだ 3 1 の硬化が終了するまで繰り返され（ステップ S 2 0）、これにより、コリメータレンズ 4 2 の基準光軸 5 に対する相対的な位置および姿勢が維持される（すなわち、撮像部 7 により取得される画像がはんだ 3 1 の硬化開始直前の状態をほぼ維持するように位置決めされる。）。

【 0 0 5 0 】

はんだ 3 1 が硬化すると（図 8 中の時刻 T 4）撮像部 7 により取得される画像が一定の状態となり、保持部 1 2 1 の温度が所定の温度（図 8 中の温度 B（例えば、温度 A から数 1 0 度低い温度））以下であることが温度センサ 1 2 5 により確認される。その後、支持アーム 6 1 がアームヒータ 1 6 1 により加熱され、はんだ 6 0 が融解し、支持アーム 6 1 をコリメータレンズ 4 2 から分離することにより（ステップ S 2 1）、半導体レーザモジュール 1 1 が完成する。

【 0 0 5 1 】

以上のように、光学素子固定装置 1 0 1 では、コリメータレンズ 4 2 を基準光軸 5 に対して高精度に位置決めし、半導体レーザ 4 1 に対して固定された部位であるベース部 2 2 に非接触の状態ではんだ 3 1 により固定することができる。その結果、光学素子固定装置 1 0 1 では方向性およびコリメート性に優れた適切な光ビームを出射する半導体レーザモジュール 1 1 を製作することができるとともに、半導体レーザモジュール 1 1 の構造の簡素化（および小型化）が実現される

【 0 0 5 2 】

また、光学素子固定装置 1 0 1 では、コリメータレンズ 4 2 の姿勢がコリメータレンズ用補助部材 1 2 3 により予め調整されるため、支持アーム 6 1 が保持部 1 2 1 に対して少なくとも 3 つの軸（ここでは、X、Y、Z 軸）に関して相対的に移動することによりコリメータレンズ 4 2 が精度よく仮位置決めされる。コリメータレンズ 4 2 が支持アーム 6 1 に支持される際に姿勢が変化した場合であっても、支持アーム 6 1 が 3 つの移動軸（すなわち、X、Y、Z 軸）に沿って相対移動するとともに 3 つの回動軸（すなわち、 α 、 β 、 γ 軸）を中心に相対回動することにより、ベース部 2 2 に非接触の状態で精度よく位置決めされる。

【 0 0 5 3 】

なお、半導体レーザモジュール 1 1 は、図 5（a）ないし（c）の基本構成のうち第 1 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 a に対応している。すなわち、半導体レーザ 4 1 を固定することでベース部 2 2 に固定された基準光軸 5 に対してコリメータレンズ 4 2 が位置決めされる。また、半導体レーザ 4 1（または、半導体レーザ 4 1 が固定されたサブマウント 2 1）がベース部 2 2 に対して想定される基準光軸に対して位置決めされ、はんだを介在させてベース部 2 2 と非接触にて固定されてもよく、その場合、半導体レーザモジュールは図 5（c）の第 3 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 c に対応する。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、上述の半導体レーザモジュール 1 1 が利用された光学ヘッド 8 を示す図である。光学ヘッド 8 は、複数チャンネルの光源ユニット 8 1 を有し、光源ユニット 8 1 から出射される光ビームは両側テレセントリック光学系を形成するレンズ群 8 2 を介して感光材料等が位置する露光領域へと照射される。光源ユニット 8 1 は、半導体レーザモジュール 1 1 を支持するモジュール支持部 8 1 1、半導体レーザモジュール 1 1 の駆動を制御する半導体レーザ駆動制御部 8 1 2、および、半導体レーザモジュール 1 1 の温度を調整する温度調整部 8 1 3 を有し、モジュール支持部 8 1 1 に二次元に配列形成された複数の穴に半導体レーザモジュール 1 1 がそれぞれはめ込まれる。

【 0 0 5 5 】

このとき、半導体レーザモジュール 1 1 はベース部 2 2 の固定部 2 2 1 側の側面を基準面として調整されているため（すなわち、コリメータレンズ 4 2 が位置決めされているため）、この側面がモジュール支持部 8 1 1 の面と当接することにより、光学ヘッド 8 において正確に位置決めされる。

【 0 0 5 6 】

光学ヘッド 8 では半導体レーザモジュール 1 1 を利用することにより、複数チャンネルの光ビームを適切に（例えば、一定の方向性にて）出射できる小型の光学ヘッド 8 が実現され、画像記録装置（例えば、ラスタ走査型画像記録装置）の小型化および高精度な描画が実現される。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 は、光学素子固定装置 1 0 1 により製作される他の例に係る光学素子ユニット 1 2 を示す図である。図 1 2 に示す光学素子ユニット 1 2（例えば、マツハツエンダー型変調器）は、光ファイバ 4 3、リチウムナイオベート（LN）等の誘電体材料やガリウムヒ素（GaAs）等の半導体材料により形成された光導波路素子 4 4、複数のレンズ 4 5 1 が配列形成されたマイクロレンズアレイ 4 5、および、ベース部 2 3 を有し、外部の光源（例えば、半導体レーザ）に接続された光ファイバ 4 3 から光ビームが光導波路素子 4 4 へと導入される。光ビームは光導波路素子 4 4 において分岐され、マイクロレンズアレイ 4 5 に含まれるレンズ 4 5 1 へとそれぞれ導出され、変調された光が所定の位置へと導かれる。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 は、光学素子固定装置 1 0 1 上の光学素子ユニット 1 2 を（+X）側から（-X）方向を向いて見たときの様子を示す図であり、光学素子ユニット 1 2 と支持アーム 6 1（または、支持アーム 6 2）のみを図示している。支持アーム 6 2 は先端が把持部 6 2 1 となっている。なお、光学素子ユニット 1 2 を製作する際には、光学素子固定装置 1 の支持アーム 6 1 と支持アーム 6 2 とが工程に応じて交換されるが、図 9 中では双方を図示している。光学素子ユニット 1 2 では、光ファイバ 4 3 が光導波路素子 4 4 に対して位置決めされた後に、マイクロレンズアレイ 4 5 が位置決めされる。以下、図 7 の製作工程の流れに準じて光学素

子ユニット 1 2 の製作工程および構造について詳述する。

【 0 0 5 9 】

光導波路素子 4 4 は 1 つの光導波路入口 4 4 1 に対して複数の光導波路出口 4 4 2 を有し、ベース部 2 3 に固定される。これにより、光導波路素子 4 4 の光導波路入口 4 4 1 の向きに対応する基準光軸 5 a がベース部 2 3 に対して決定される（ステップ S 1 1）。続いて、先端部がメタライズされた（または、金属製スリーブが設けられた）光ファイバ 4 3 が支持アーム 6 1 によりはんだ 6 0 を介して保持部 1 2 1 上の別の場所（例えば、光ファイバ 4 3 用に設けられた補助部材上）で支持される（ステップ S 1 2）。ベース部 2 3 上において光導波路素子 4 4 の光導波路入口 4 4 1 側には、はんだ 3 1 a が付与され、ベース部 2 3 がはんだ 3 1 a の融点まで加熱される（すなわち、保持部 1 2 1 が加熱される）ことによりはんだ 3 1 a が溶融される。そして、支持アーム 6 1 により光ファイバ 4 3 が光導波路入口 4 4 1 へと搬送される（ステップ S 1 3）。

【 0 0 6 0 】

製作途上において光ファイバ 4 3 には別途設けられた光源から光を導入することが可能とされており、光ファイバ 4 3 へと導入された光ビームは、光導波路入口 4 4 1 から光導波路素子 4 4 の内部へと導かれ、分岐された光が複数の光導波路出口 4 4 2 からそれぞれ導出される。導出された光は、別途設けられた専用のレンズ系を介して、撮像部 7（図 3 参照）により受光され、画像が取得される（ステップ S 1 4）。支持アーム 6 1 は取得された画像が示す光の明るさや分布に基づいて、アーム移動機構 1 3 0 により光ファイバ 4 3 を X, Y, Z 軸方向へ移動、および、 α , β , γ 軸を中心として回転し、光の状態を示す画像が所定の状態となるように（すなわち、光ファイバ 4 3 の先端部が基準光軸 5 a に沿うように）光ファイバ 4 3 の先端部を位置決めする（ステップ S 1 5）。このとき、光ファイバ 4 3 とベース部 2 3 との間は、はんだ 3 1 a が介在する状態となっている。

【 0 0 6 1 】

続いて、ベース部 2 3 の加熱を停止することにより、はんだ 3 1 a の硬化が開始されるとともに（ステップ S 1 6）、冷却による基準光軸 5 a の相対移動に追

従して光ファイバ 4 3 の位置決めが繰り返される（ステップ S 1 7 ～ S 1 9）。
 はんだ 3 1 a が硬化すると（ステップ S 2 0）、支持アーム 6 1 がアームヒータ
 1 6 1 により加熱されてはんだ 6 0 が溶融し、光ファイバ 4 3 から分離される（
 ステップ S 2 1）。

【 0 0 6 2 】

光ファイバ 4 3 がベース部 2 3 に固定されると、続いて、マイクロレンズアレ
 イ 4 5 が保持部 1 2 1 上の別の場所で支持アーム 6 2 の把持部 6 2 1 にて把持さ
 れる（ステップ S 1 2）。なお、マイクロレンズアレイ 4 5 の位置決めの基準と
 なる複数の基準光軸 5 b は、光導波路素子 4 4 の複数の光導波路出口 4 4 2 の向
 きに対応することから、光導波路素子 4 4 がベース部 2 3 に固定された時点で既
 に複数の基準光軸 5 b が決定されている（ステップ S 1 1 に相当）。

【 0 0 6 3 】

そして、ベース部 2 3 の光導波路出口 4 4 2 側（すなわち、（-Z）側）の側
 面 2 3 1 にはんだ 3 1 b が付与されつつベース部 2 3 がはんだ 3 1 b の融点まで
 加熱され、マイクロレンズアレイ 4 5 が支持アーム 6 2 により側面 2 3 1 へと搬
 送される（ステップ S 1 3）。マイクロレンズアレイ 4 5 の各レンズ 4 5 1 間の
 距離は各光導波路出口 4 4 2 間の距離と等しくされており、各レンズ 4 5 1 が各
 光導波路出口 4 4 2 に対応する位置にてマイクロレンズアレイ 4 5 が保持される
 。なお、マイクロレンズアレイ 4 5 のベース部 2 3 に対向する面はメタライズさ
 れており、はんだ 3 1 b はその融点のはんだ 3 1 a の融点よりも低いものが使用
 される。

【 0 0 6 4 】

光導波路素子 4 4 の光導波路出口 4 4 2 よりマイクロレンズアレイ 4 5 に向け
 て導出される複数の光は、それぞれレンズ 4 5 1 を介して撮像部 7（図 3 参照）
 へと導かれ、複数の光に対応する画像が取得される（ステップ S 1 4）。制御部
 1 5 1 の制御により支持アーム 6 2 は取得された画像に基づいて、マイクロレン
 ズアレイ 4 5 を互いに直交する 3 方向に移動するとともに互いに直交する 3 軸を
 中心として回動し、導出される複数の光がそれぞれ基準光軸 5 b に沿いつつ、適
 切な状態となるようにマイクロレンズアレイ 4 5 が位置決めされる（ステップ S

15)。このとき、マイクロレンズアレイ45とベース部23との間は、はんだ31bが介在する状態とされる。そして、はんだ31bの硬化が開始され（ステップS16）、マイクロレンズアレイ45が基準光軸5bに対する相対移動に追従して位置決めされる（ステップS17～S19）。はんだ31bが硬化すると（ステップS20）、支持アーム62によるマイクロレンズアレイ45の把持が解除される（ステップS21）。

【0065】

以上のように、光学素子固定装置101では、光ファイバ43およびマイクロレンズアレイ45を、はんだ31a、31bを介して非接触にてベース部23に固定しつつ、光導波路素子44が決定する基準光軸5a、5bに対して高精度にそれぞれ位置決めすることができる。その結果、光学素子固定装置101により光が効率よく導入され、分岐した光を適切な方向に出射することができる光学素子ユニット12が容易に製作され、光学素子ユニット12の構造を簡素化することができる。なお、光学素子ユニット12は、ベース部23と光ファイバ43との関係では第1の基本構成に係る光学素子ユニット1a（図5（a））に対応し、ベース部23、光ファイバ43および光導波路素子44を一体的に捉えた場合、光導波路素子44とマイクロレンズアレイ45との関係では第2の基本構成に係る光学素子ユニット1b（図5（b））に対応している。

【0066】

図14は光学素子固定装置101により製作されるさらに他の例に係る光学素子ユニット13を示す図である。図14に示す光学素子ユニット13では、複数の半導体レーザ41のそれぞれがマイクロレンズアレイ46のレンズ461に対応する位置に固定され、複数チャンネルの光源ユニットとなっている。なお、図14に示す光学素子ユニット14を製作する際には、支持アーム62として先端が（-Z）方向へと向く把持部となったものが利用される。

【0067】

図15は、光学素子ユニット13の縦断面図であり、光学素子ユニット13の一部のみを示している。以下、図7に準じて光学素子ユニット13の製作工程および構造について説明を行う。

【0068】

光学素子ユニット13では、製作の際の基準となる複数の基準光軸5がマイクロレンズアレイ46のレンズ461の光軸に対応している（すなわち、図7中のステップS11は不要とされる。）。半導体レーザー41は予めサブマウント21に固定され、サブマウント21は補助板24に固定される。続いて、X、Y、Z軸方向へ移動可能、かつ、 α 、 β 、 γ 軸を中心として回動可能な支持アーム62により補助板24が把持される（ステップS12）。マイクロレンズアレイ46の一方の面462はメタライズされており、支持アーム62により半導体レーザー41が補助板24とともに1つのレンズ461に対応する位置へと搬送される（ステップS13）。

【0069】

そして、補助板24と主面462との間にはんだ31が付与されつつ、補助板24がアームヒータ161により支持アーム62を介してはんだ31の融点まで加熱される。これにより、図15に示すように補助板24とマイクロレンズアレイ46との間にはんだ31が介在する状態とされる。

【0070】

半導体レーザー41は半導体レーザーモジュール11の例と同様に、半導体レーザー駆動部へと電氣的に接続され、半導体レーザー駆動部の制御により半導体レーザー41から光ビームが出射される。光ビームはレンズ461を介して撮像部7（図3参照）へと導かれ、光ビームの状態に対応する画像が取得される（ステップS14）。

【0071】

支持アーム62は制御部151の制御により取得された画像に基づいて、半導体レーザー41を移動および回動し、基準光軸5に対して半導体レーザー41が位置決めされる（ステップS15）。このとき、マイクロレンズアレイ46と補助板24とは非接触の状態とされ、補助板24の加熱を停止することにより、はんだ31の硬化が開始され（ステップS16）、半導体レーザー41の位置決めが基準光軸5の相対移動に追従して繰り返される（ステップS17～S19）。はんだ31が硬化すると（ステップS20）、支持アーム62による補助板24の把持

が解除される（ステップ S 2 1）。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 2 ～ステップ S 2 1 の工程が、複数の基準光軸 5 のそれぞれに対して繰り返され、複数の半導体レーザ 4 1 がマイクロレンズアレイ 4 6 に固定される。

【 0 0 7 3 】

以上のように、光学素子固定装置 1 0 1 では、複数の半導体レーザ 4 1 をそれぞれマイクロレンズアレイ 4 6 の複数のレンズ 4 6 1 が決定する複数の基準光軸 5 に対して高精度に位置決めしつつ、はんだ 3 1 を介してマイクロレンズアレイ 4 6 に非接触にて固定することができる。これにより、光学素子固定装置 1 0 1 では、複数チャンネルの光源ユニットである光学素子ユニット 1 3 を容易に製作でき、光学素子ユニット 1 3 において、光ビームの出射方向を高精度に決定することができるとともに構造を簡素化することができる。なお、光学素子ユニット 1 3 では、マイクロレンズアレイ 4 6 が複数の基準光軸 5 を決定しつつ半導体レーザ 4 1 を支持するベースとなっており、マイクロレンズアレイ 4 6 の各レンズと半導体レーザ 4 1 とは、図 5（b）の第 2 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 b に対応する。

【 0 0 7 4 】

図 1 6 は、さらに他の例に係る光学素子ユニット 1 4 を光学素子固定装置 1 0 1 において製作する様子を示す図である。光学素子ユニット 1 4 は、光通信用等の半導体レーザに接続された複数の光ファイバ 4 3 がベース部 2 3 上に高精度に配列されたものである。以下、光学素子ユニット 1 4 をファイバアレイ 1 4 と呼び、図 1 6 を参照しながら図 7 に準じてファイバアレイ 1 4 を製作する流れおよびファイバアレイ 1 4 の構造上の特徴について言及する。

【 0 0 7 5 】

まず、ベース部 2 3 が撮像部 7 に正対して配置され（すなわち、保持部 1 2 1 に載置され）、ベース部 2 3 に対して想定される複数の基準光軸 5 が決定される（ステップ S 1 1）。続いて、先端部がメタライズされた（または、先端部に金属製スリーブが設けられた）光ファイバ 4 3 がはんだ 6 0 を介して支持アーム 6

1により支持される（ステップS 1 2）。支持アーム6 1はX, Y, Z軸方向へ移動、および、 α , β , γ 軸を中心として回動可能とされ、支持アーム6 1により光ファイバ4 3がベース部2 3上方の複数の基準光軸5のうちの1つに対応する位置近傍へと移動する（ステップS 1 3）。

【0 0 7 6】

図1 7は、製作途上のファイバアレイ1 4を（-Z）側から（+Z）方向を向いて見たときの様子を示す図である。図1 7に示すように、ベース部2 3には、はんだ3 1が付与されており、ベース部2 3をはんだ3 1の融点まで加熱する（すなわち、保持部ヒータ1 2 4が保持部1 2 1を加熱する）ことによりはんだ3 1を溶融し、光ファイバ4 3とベース部2 3との間にはんだ3 1が介在する状態とされる。ここで、光ファイバ4 3のコアから光ビームが出射され、撮像部7にて取得される光ビームの画像に基づいて支持アーム6 1が移動し、光ファイバ4 3がベース部2 3を基準とする位置に（具体的には、光ファイバ4 3の中心軸が基準光軸5に）位置決めされる（ステップS 1 4, S 1 5）。

【0 0 7 7】

このとき、半導体レーザモジュール1 1の場合と同様に、切替レンズ1 7 3を光路上に配置させることにより、光ファイバ4 3のコアの位置が確認され、光ファイバ4 3が基準光軸5に対応して配列される。そして、切替レンズ1 7 3を別途設けられた他のレンズに切り替えて光ビームの方向性が確認される。続いて、ベース部2 2の加熱を停止してはんだ3 1の硬化が開始される（ステップS 1 6）。撮像部7において、光ビームの画像を確認しながら、基準光軸5の相対移動に従って光ファイバ4 3の位置決めが繰り返される（ステップS 1 7～S 1 9）。

【0 0 7 8】

はんだ3 1が硬化すると（ステップS 2 0）、支持アーム6 1が加熱されて光ファイバ4 3から分離される（ステップS 2 1）。そして、ステップS 1 2～S 2 1が繰り返されることにより、次の光ファイバ4 3が次の基準光軸5に対して位置決めされる。このようにして、ベース部2 3上に複数の光ファイバ4 3が高精度に配列される。なお、一度溶融し固化したはんだ3 1は、直前に溶融された

温度より高温にしなければ再溶融しないことが経験的に判っており、ベース部 2 3 を加熱する温度を管理することで、複数の光ファイバ 4 3 をベース部 2 3 に固定することができる。

【 0 0 7 9 】

また、上記説明におけるステップ S 1 8 において基準光軸 5 の移動は既に取り付けられている光ファイバ 4 3 からの光に基づいて検出されてもよく、別途設けられた検出器により検出されてもよい。

【 0 0 8 0 】

以上のように、光学素子固定装置 1 0 1 では、ベース部 2 3 に相対的に固定された複数の基準光軸 5 に対して複数の光ファイバ 4 3 をそれぞれ高精度に位置決めしつつ、はんだ 3 1 を介在させてベース部 2 3 と非接触にて固定することができる。これにより、光学素子固定装置 1 0 1 では、方向性に優れた複数の光ビーム（すなわち、出射角度が適切に調整された複数の光ビーム）を出射するファイバレイ 1 4 の構造を簡素化することができ、製作コストを削減することができる。なお、各光ファイバ 4 3 とベース部 2 3 とは、第 1 の基本構成に係る光学素子ユニット 1 a に対応している。

【 0 0 8 1 】

また、光学素子固定装置 1 0 1 では、光学素子を固定する固定媒体としてはんだ 3 1 に代えてガラスパウダが利用されてもよく、この場合、基準光軸 5 に対して位置決めされた光学素子（例えば、コリメータレンズ 4 2）がガラスパウダを介在させてベース部と非接触にて固定される。これにより、光学素子固定装置 1 0 1 では、光学素子がガラスパウダにより固定されつつ、高精度に位置決めされた光学素子ユニットを製作することができる。

【 0 0 8 2 】

図 1 8 は本発明の第 2 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 a を示す斜視図である。図 1 8 に示す光学素子固定装置 1 0 1 a では、エア供給部 1 2 7 a に接続されたエアノズル 1 2 7 b により構成される冷却部 1 2 7 が設けられ、冷却部 1 2 7 により保持部 1 2 1 に向けてエア（または、窒素ガス）が付与される。他の構成は第 1 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 と同様であり、同

符号を付している。

【0083】

図18の光学素子固定装置101aでは、図3の光学素子固定装置101と比較して、はんだ31を硬化する手法が異なる。具体的には、図7のステップS16においてはんだ31を硬化する際に、冷却部127から保持部121に向けてエアが付与される。すなわち、はんだ31の硬化時には保持部ヒータ124による加熱が停止されつつ、冷却部127により強制冷却される。これにより光学素子固定装置101aでは、はんだ31を短時間で硬化することができる。なお、ステップS17～S20において光学素子（例えば、コリメータレンズ42）が基準光軸5に対する相対移動に追従して位置決めされる手法は、第1の実施の形態と同様である。

【0084】

また、光学素子固定装置101aがはんだ31を硬化する他の例として、保持部121が保持部ヒータ124により常時加熱され、冷却部127により逐次エアが付与されてもよい。例えば、半導体レーザモジュール11の例では、まず、保持部ヒータ124によりはんだ31の熔融温度に維持された保持部121上に、半導体レーザ41が固定されたベース部22が載置され、はんだ31が熔融される（すなわち、ステップS13の一部の処理が行われる。）。半導体レーザ41はプローブピン126を介して電氣的に接続され、コリメータレンズ42がX，Y，Z軸方向へ移動、および、 α ， β ， γ 軸を中心として回動可能な支持アーム61により支持され（予め支持されていてもよい。）（ステップS12）、熔融したはんだ31を有する溝222へと搬送される（図6参照）（ステップS13）。そして、第1の実施の形態と同様に、撮像部7により画像が取得され、画像に基づいてコリメータレンズ42が迅速に位置決めされる（ステップS14，S15）。

【0085】

続いて、保持部121が加熱されたままで冷却部127からエアが付与される。このとき、保持部121は冷却部127によりベース部22を含む上面近傍のみが冷却され、温度が低下する。コリメータレンズ42の位置決めが温度低下に

よる基準光軸 5 の相対移動に追従して繰り返され、はんだ 3 1 の硬化が終了して
 コリメータレンズ 4 2 が固定される（ステップ S 1 6 ～ S 2 0）。支持アーム 6
 1 は加熱されつつコリメータレンズ 4 2 から離され（ステップ S 2 1）、はんだ
 3 1 の固化温度以下に保たれた半導体レーザモジュール 1 1 が保持部 1 2 1 から
 取り外される。そして、冷却部 1 2 7 からのエアの付与が停止され、保持部 1 2
 1 の上面近傍の温度が迅速にはんだ 3 1 の溶融温度に加熱される。このように、
 光学素子固定装置 1 0 1 a の他の例に係る光学素子ユニット製作方法では、保持
 部 1 2 1 が常時加熱されながら、ベース部 2 2 の温度プロファイル（すなわち、
 温度の経時変化）が第 1 の実施の形態に係る例と同様とされるため、適切に光学
 素子ユニット（例えば、光学素子ユニット 1 1 ～ 1 4）を製作することができる

【 0 0 8 6 】

以上のように、第 2 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 a では、保持
 部ヒータ 1 2 4 および冷却部 1 2 7 により保持部 1 2 1 の温度が制御される。こ
 れにより、光学素子固定装置 1 0 1 a では、はんだ 3 1 が迅速に溶融または固化
 され、光学素子が高精度に位置決めされた光学素子ユニットを適切に製作するこ
 とができる。

【 0 0 8 7 】

図 1 9 は本発明の第 3 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 b を示す斜
 視図である。光学素子固定装置 1 0 1 b では、図 3 の光学素子固定装置 1 0 1 に
 比較して、保持部ヒータ 1 2 4 および温度センサ 1 2 5 が削除され、光照射部 1
 2 8 が設けられる。光照射部 1 2 8 は光源 1 2 8 a に接続された光ファイバ 1 2
 8 b を有し、保持部 1 2 1 上の光学素子ユニットに向けて光（例えば、紫外線）
 が照射される。他の構成は第 1 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 と同
 様であり、同符号を付している。

【 0 0 8 8 】

光学素子固定装置 1 0 1 b では、光学素子を固定する固定媒体として紫外線硬
 化樹脂を含む接着剤が利用される。以下、図 6 を参照しながら半導体レーザモジ
 ュール 1 1 を製作する例において説明を行う（但し、図 6 中のはんだ 3 1 を接着

剤として説明する。)。第 1 の実施の形態と同様に、保持部 1 2 1 に対して互いに垂直な 3 つの移動軸に沿って相対移動、および、互いに垂直な 3 つの回動軸を中心に相対回動可能な支持アーム 6 1 に支持されたコリメータレンズ 4 2 がベース部 2 2 の溝 2 2 2 へと移動し、撮像部 7 の出力に基づいて基準光軸 5 に対して位置決めされると（ステップ S 1 1 ～ S 1 5）、溝 2 2 2 に接着剤（図 6 中の符号 3 1 に対応する。）が付与され、光照射部 1 2 8 から溝 2 2 2 近傍へ向けて紫外線が照射される。これにより、接着剤の硬化が開始され（ステップ S 1 6）、硬化が終了するまでの間（例えば、数 1 0 秒間）、接着剤の収縮による基準光軸 5 の相対移動を撮像部 7 による画像から確認しつつ、コリメータレンズ 4 2 の位置決めが相対移動に追従して繰り返される（ステップ S 1 7 ～ S 1 9）。

【 0 0 8 9 】

画像から基準光軸 5 の相対移動が停止したことが確認されると（すなわち、接着剤が硬化したことが確認されると）（ステップ S 2 0）、支持アーム 6 1 が加熱されてコリメータレンズ 4 2 から分離され、半導体レーザーモジュール 1 1 が保持部 1 2 1 から取り外される。なお、同様の手法により他の光学素子ユニット（例えば、光学素子ユニット 1 2 ～ 1 4）が光学素子固定装置 1 0 1 b により製作されてもよい。

【 0 0 9 0 】

以上のように、第 3 の実施の形態に係る光学素子固定装置 1 0 1 b では光照射部 1 2 8 が設けられることにより、光学素子とベース部との間に介在する接着剤が硬化されつつ、光学素子が高精度に位置決めされた光学素子ユニットを適切に製作することができる。なお、接着剤に含まれる樹脂成分は必ずしも紫外線硬化性樹脂である必要はなく、例えば、熱硬化性樹脂であってもよい。その場合、第 1 の実施の形態と同様に、保持部ヒータ 1 2 4 により接着剤が硬化されてもよい。

【 0 0 9 1 】

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【 0 0 9 2 】

支持アームは上記実施の形態に限定されず、真空吸着により光学素子を支持するコレットでもよい。コレットが使用される場合は、真空のON/OFFにより光学素子が支持または離された状態とされる。また、はんだを介在して光学素子を支持する支持アームでは、はんだに替えて接着剤が利用されてもよく、その場合、支持アームを回動することにより支持アームと光学素子とが分離されてもよい。

【 0 0 9 3 】

光学素子固定装置には、はんだ、または、接着剤を供給する固定媒体供給部が設けられ、制御部 1 5 1 の制御に基づいて固定媒体供給部からベース部に固定媒体が付与されてもよい。

【 0 0 9 4 】

支持アーム 6 1 に支持される光学素子、または、ベース部に取り付けられた光学素子を介して出射される光は必ずしも撮像部 7 により受光される必要はなく、例えば、光の方向性のみに基づいて光学素子が位置決めされる際には、受光する光の位置を検出する P S D 素子等により光が受光されてもよい。

【 0 0 9 5 】

光学素子固定装置に光ビームを出射する光源が設けられ、この光ビームを基準光軸として光学素子が位置決めされてもよい。

【 0 0 9 6 】

光学素子固定装置では、いかなる光学素子ユニットにおいても、基準光軸に対して位置決めされることに加えて、光学素子から導出される光の状態が所望の状態（例えば、コリメート調整がされた状態）となるように位置決めされてもよい。具体的には、複数の光学素子が固定される光学素子ユニットであって、撮像部 7 に近い光学素子（すなわち、光の進行方向に関して前方の光学素子）がレンズである場合には、前方の光学素子と撮像部 7 との間において切替レンズ 1 7 3 が配置された状態において、前方の光学素子と撮像部 7 の撮像デバイス 1 7 2 とが光学的に共役とされて、いずれかの光学素子が位置決めされてもよい。

【 0 0 9 7 】

光学素子ユニットが有する光学素子は、必ずしもコリメータレンズ、マイクロ

レンズアレイに含まれるレンズ、光ファイバ、半導体レーザまたは光導波路素子である必要はなく、他の光学素子（例えば、数 10 nm～数 μ m の位置決め精度が要求される微小な光学素子）であってもよい。光学素子固定装置は、微小な光学素子であっても精度よく位置決めできる。また、基準光軸 5 を決定する光学素子は半導体レーザ、光導波路素子またはマイクロレンズアレイに含まれるレンズ以外の光学素子であってもよく、例えば、光を出射する光学素子としては、発光ダイオード等、半導体レーザとは異なる種類の半導体発光素子であってもよい。

【0098】

複数の光学素子が位置決めされる光学素子ユニットにおいて、光学素子が配列される態様は上記実施の形態に限定されない。本発明に係る光学素子固定装置では、光学素子の位置および姿勢を自在に決定することが可能であるため（すなわち、多くの自由度にて調整が可能であるため）、光学素子を複雑に配列させつつ高精度な光軸調整が可能である。

【0099】

【発明の効果】

本発明によれば、光学素子を高精度に位置決めしてベース部に固定することができる。

【0100】

また、請求項 8 の発明では、前方光学素子から出射直後の光の状態に基づいて光学素子を位置決めすることができる。

【0101】

また、請求項 10 の発明では、光学素子を自在に位置決めすることができる。

【0102】

また、請求項 12 の発明では、光学素子を容易に支持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図 2】

従来の光学素子ユニットを示す斜視図である。

【図 3】

第 1 の実施の形態に係る光学素子固定装置を示す斜視図である。

【図 4】

光学素子固定装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】

(a) ないし (c) は光学素子ユニットの基本構成を示す図である。

【図 6】

光学素子ユニットを製作する様子の例を示す図である。

【図 7】

光学素子ユニットを製作する工程の流れを示す図である。

【図 8】

保持部の温度プロファイルを示す図である。

【図 9】

(a) ないし (d) はコリメータレンズが位置決めされる様子を説明するための図である。

【図 1 0】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図 1 1】

光学ヘッドを示す斜視図である。

【図 1 2】

光学素子ユニットの他の例を示す斜視図である。

【図 1 3】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図 1 4】

光学素子ユニットを製作する様子のさらに他の例を示す図である。

【図 1 5】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図 1 6】

光学素子ユニットを製作する様子のさらに他の例を示す図である。

【図 1 7】

光学素子ユニットを製作する様子を示す図である。

【図 1 8】

第 2 の実施の形態に係る光学素子固定装置を示す斜視図である。

【図 1 9】

第 3 の実施の形態に係る光学素子固定装置を示す斜視図である。

【符号の説明】

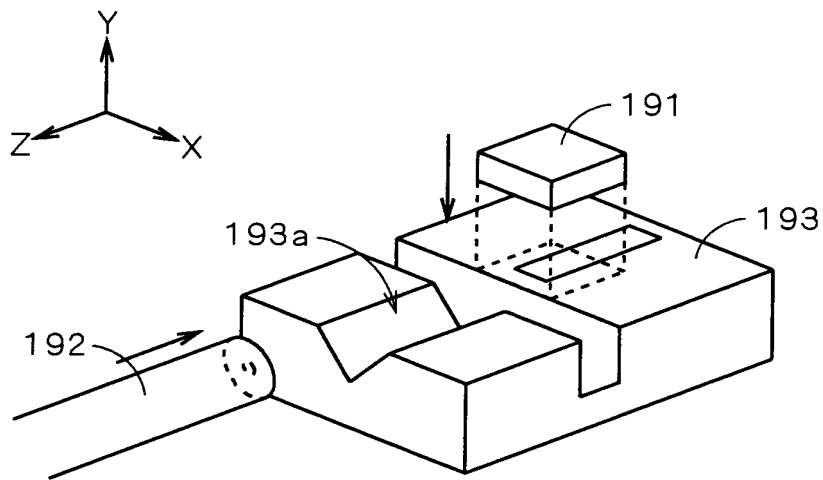
- 1 a ～ 1 c, 1 1 ～ 1 4 光学素子ユニット
- 2, 2 2, 2 3 ベース部
- 3, 3 1, 3 1 a, 3 1 b, 3 2, 3 3, 6 0 はんだ
- 4 光学素子
- 5, 5 a, 5 b 基準光軸
- 7 撮像部
- 4 1 半導体レーザ
- 4 2 コリメータレンズ
- 4 3 光ファイバ
- 4 4 光導波路素子
- 4 5, 4 6 マイクロレンズアレイ
- 6 1, 6 2 支持アーム
- 1 0 1, 1 0 1 a, 1 0 1 b 光学素子固定装置
- 1 2 1 保持部
- 1 2 4 保持部ヒータ
- 1 2 7 冷却部
- 1 2 8 光照射部
- 1 3 0 アーム移動機構
- 1 5 1 制御部
- 1 6 1 アームヒータ
- 1 7 2 撮像デバイス
- 1 7 3 切替レンズ

4 5 1, 4 6 1 レンズ

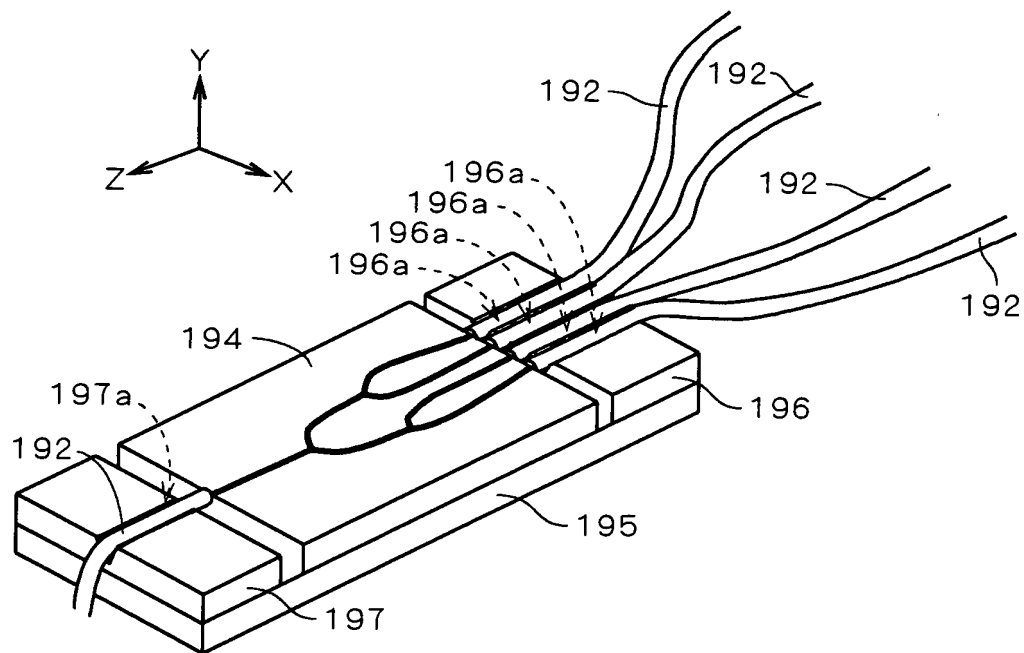
S 1 1 ~ S 2 1 ステップ

【書類名】 図面

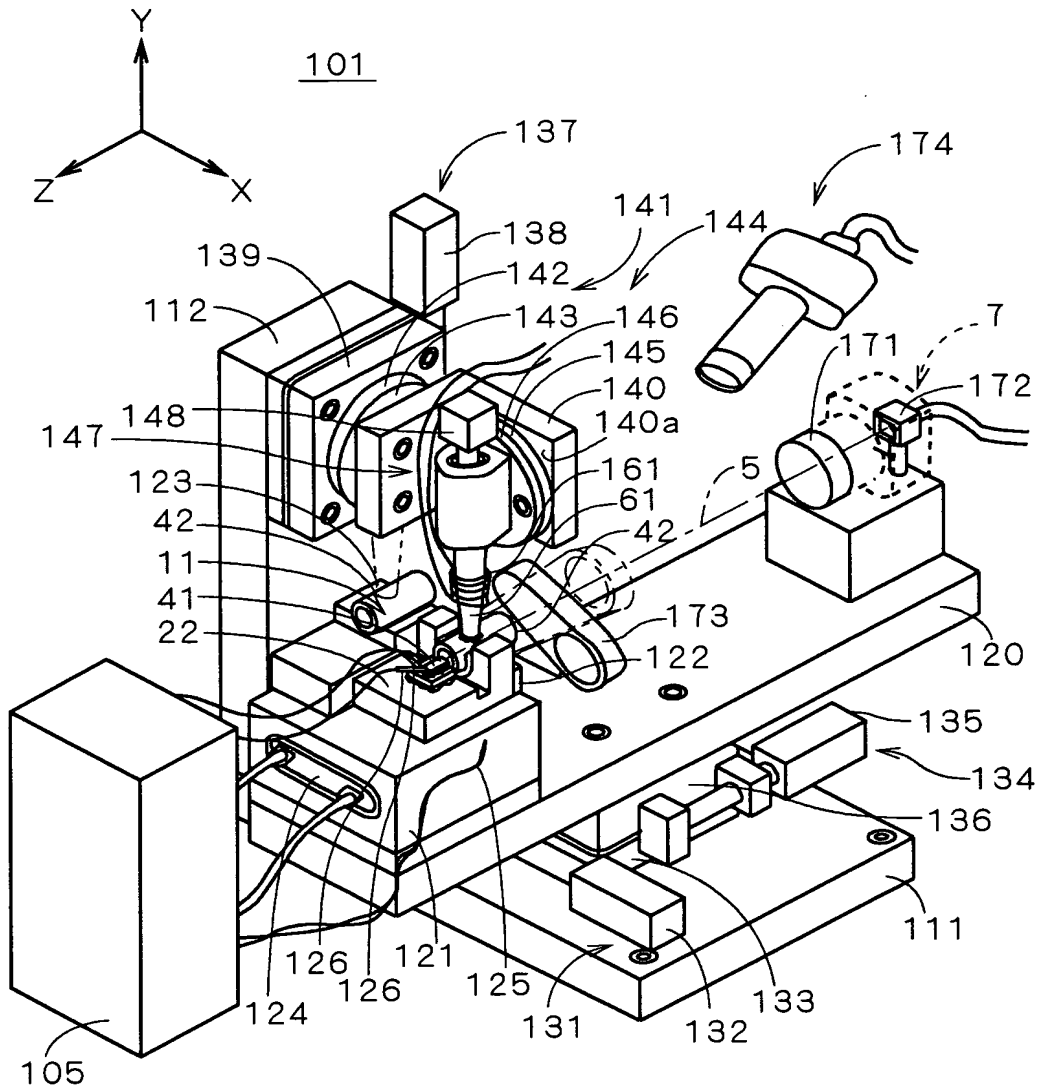
【図 1】



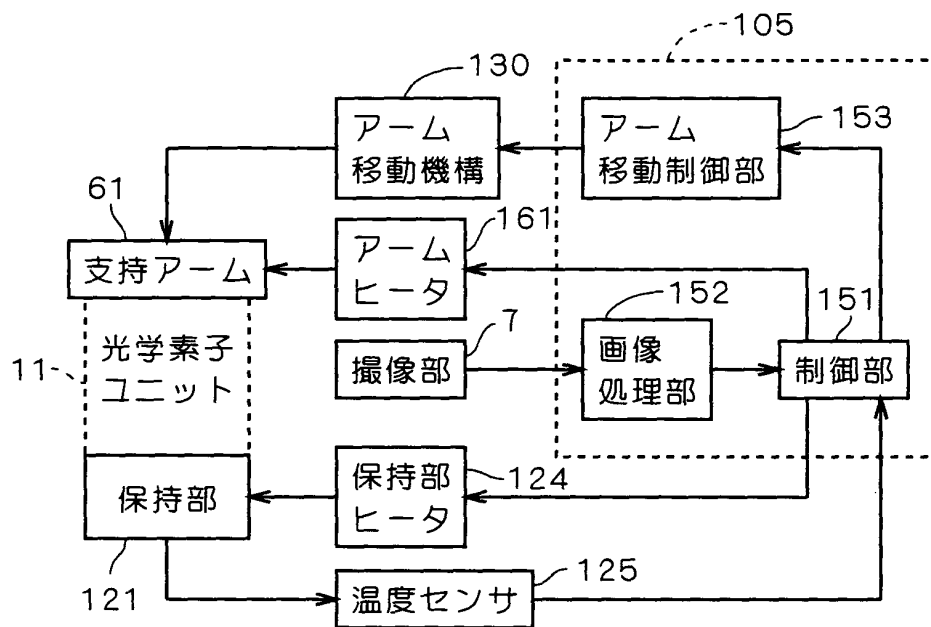
【図 2】



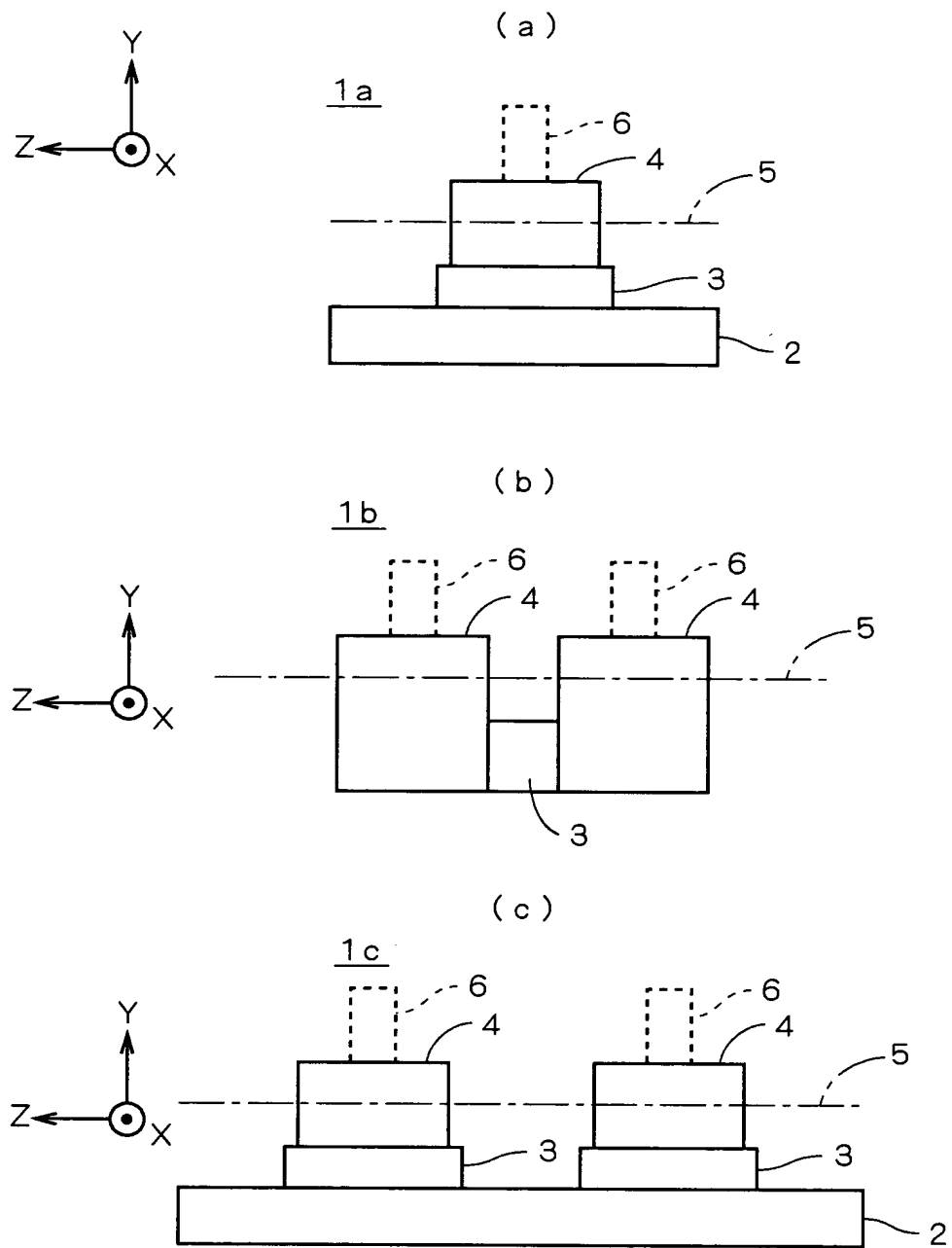
【図 3】



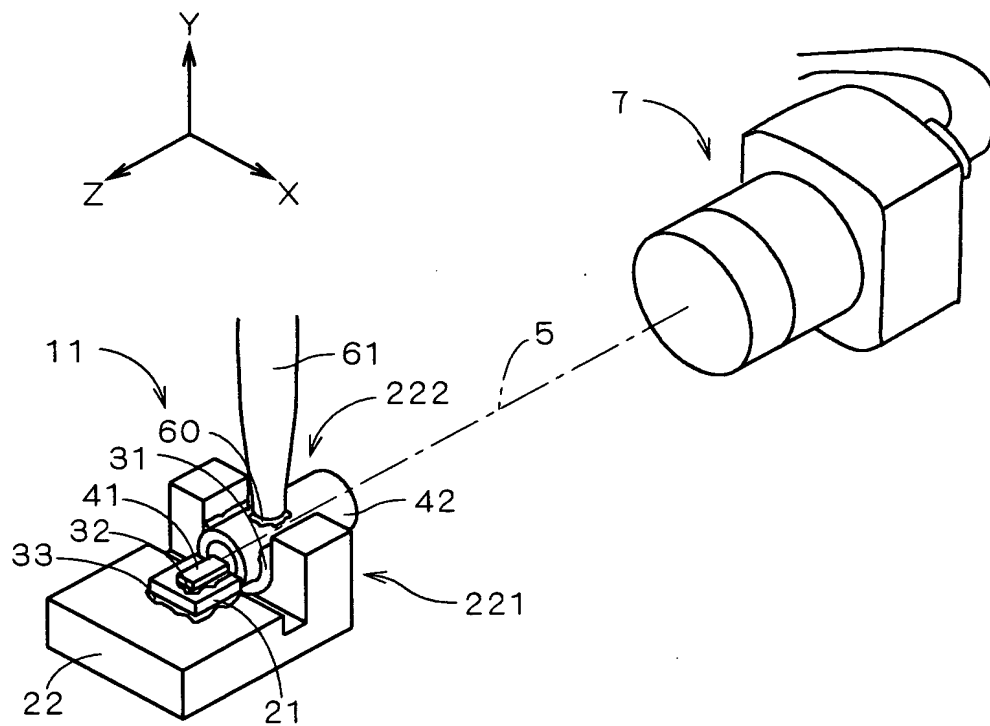
【図4】



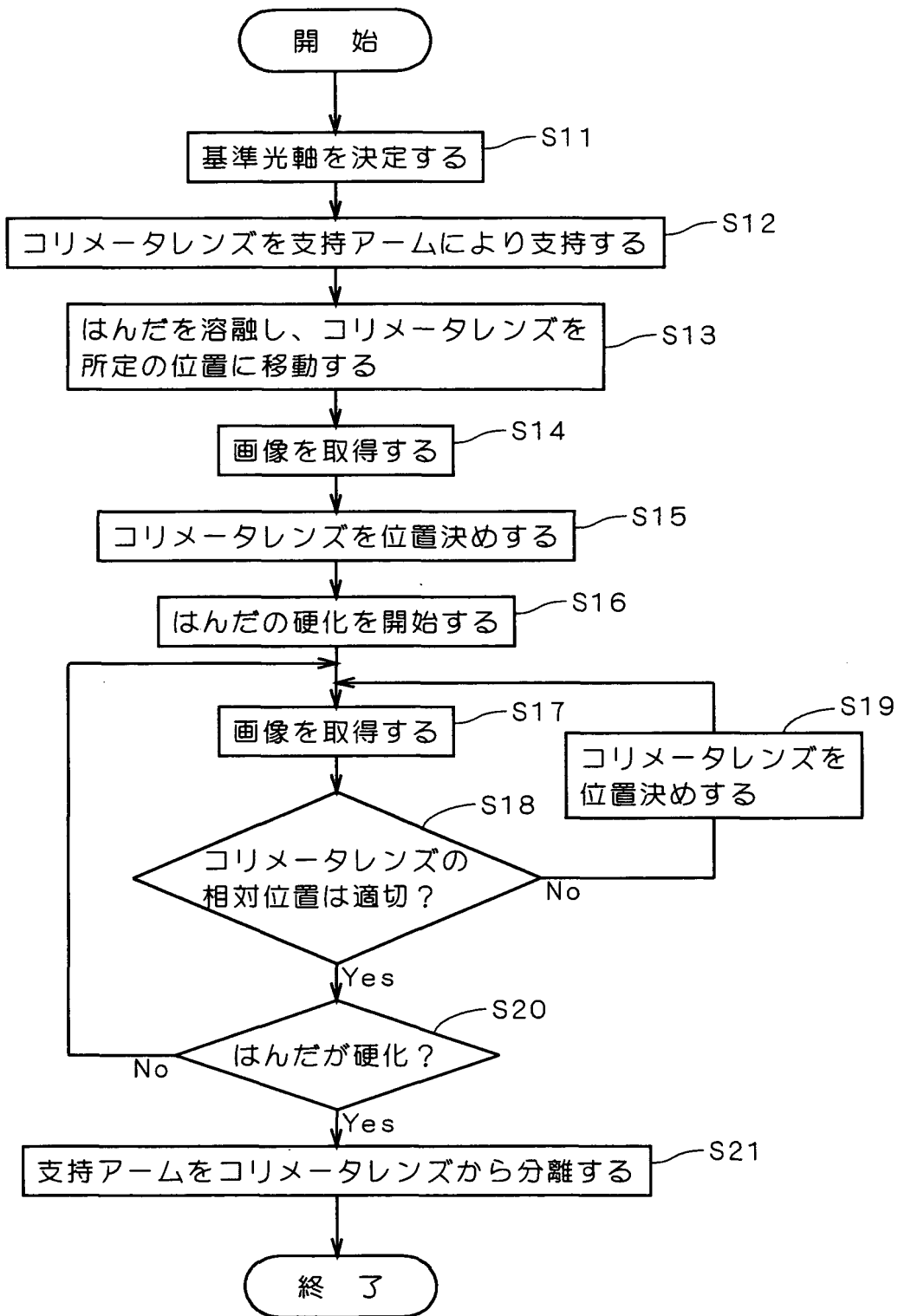
【図 5】



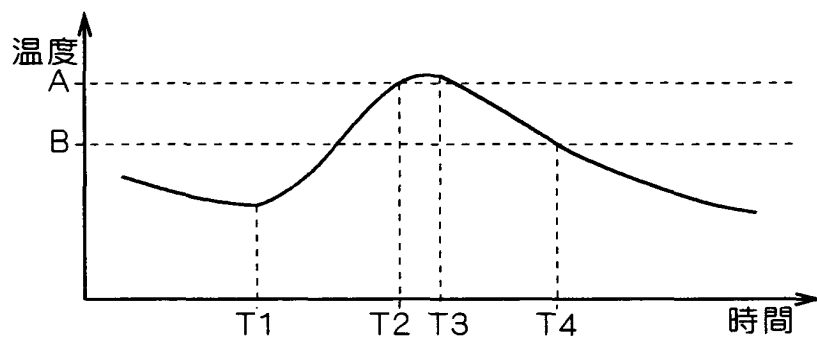
【図 6】



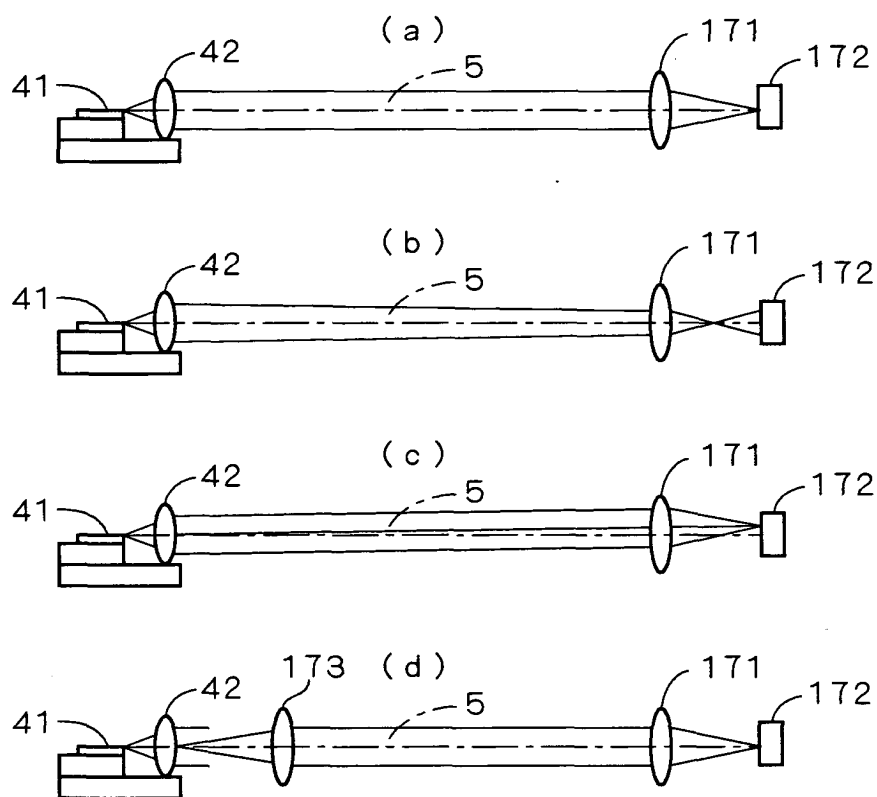
【図 7】



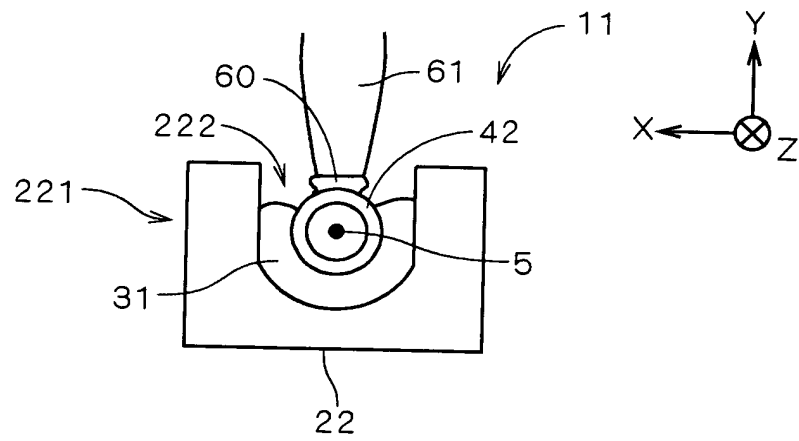
【図 8】



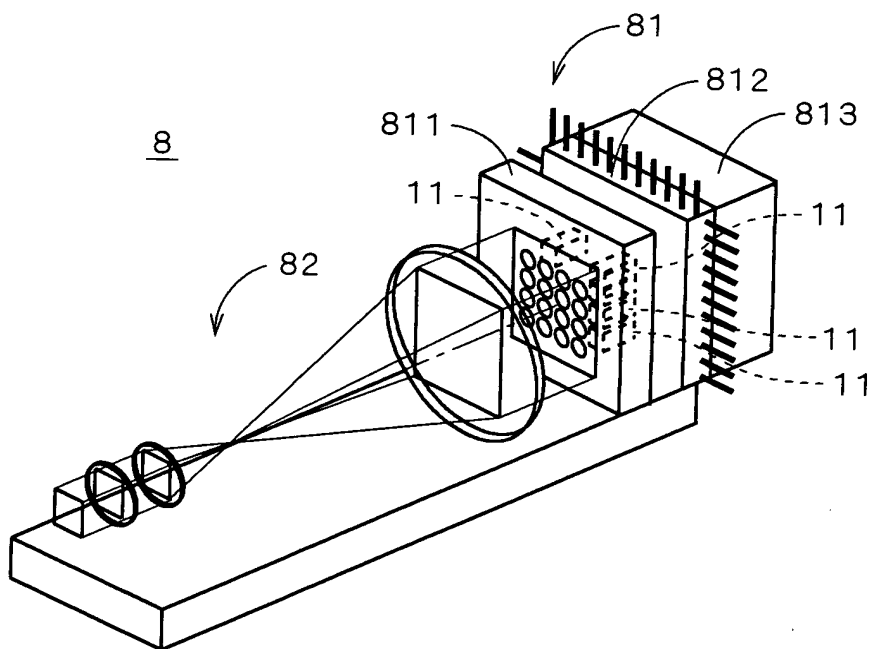
【図 9】



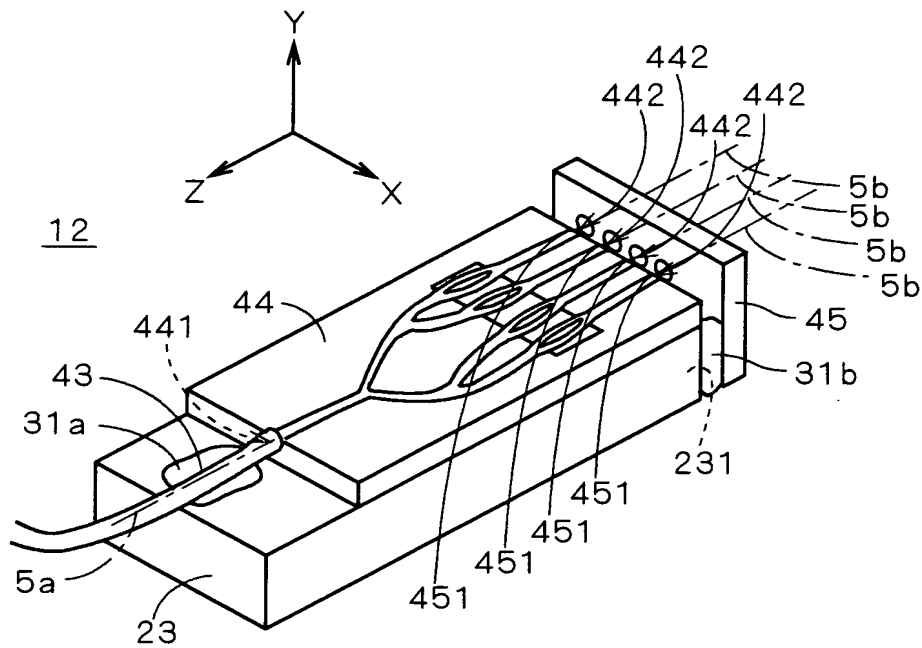
【図 1 0】



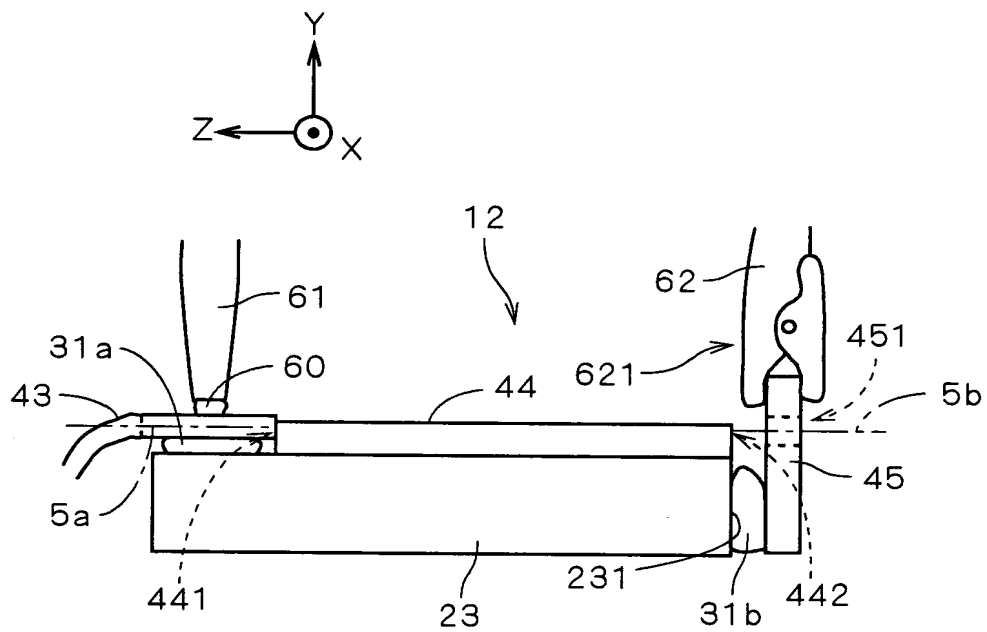
【図 1 1】



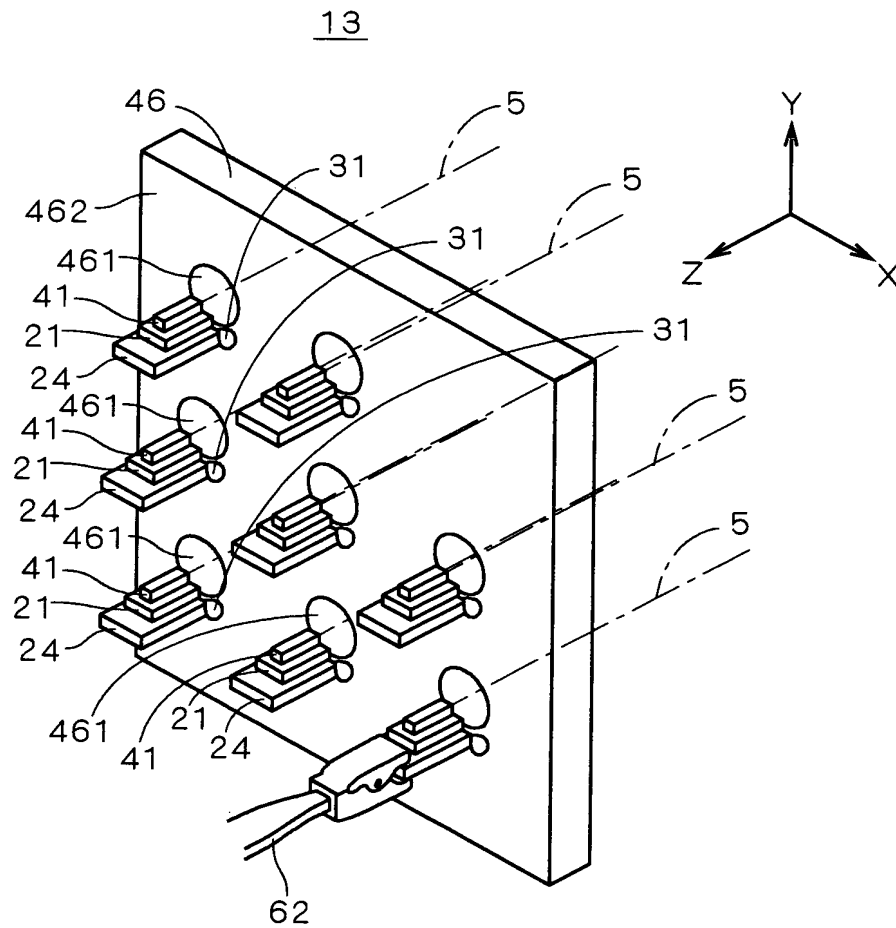
【図 1 2】



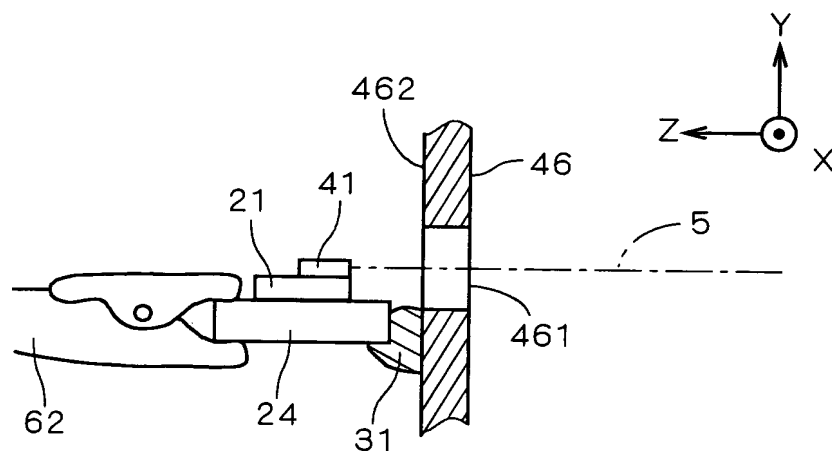
【図 1 3】



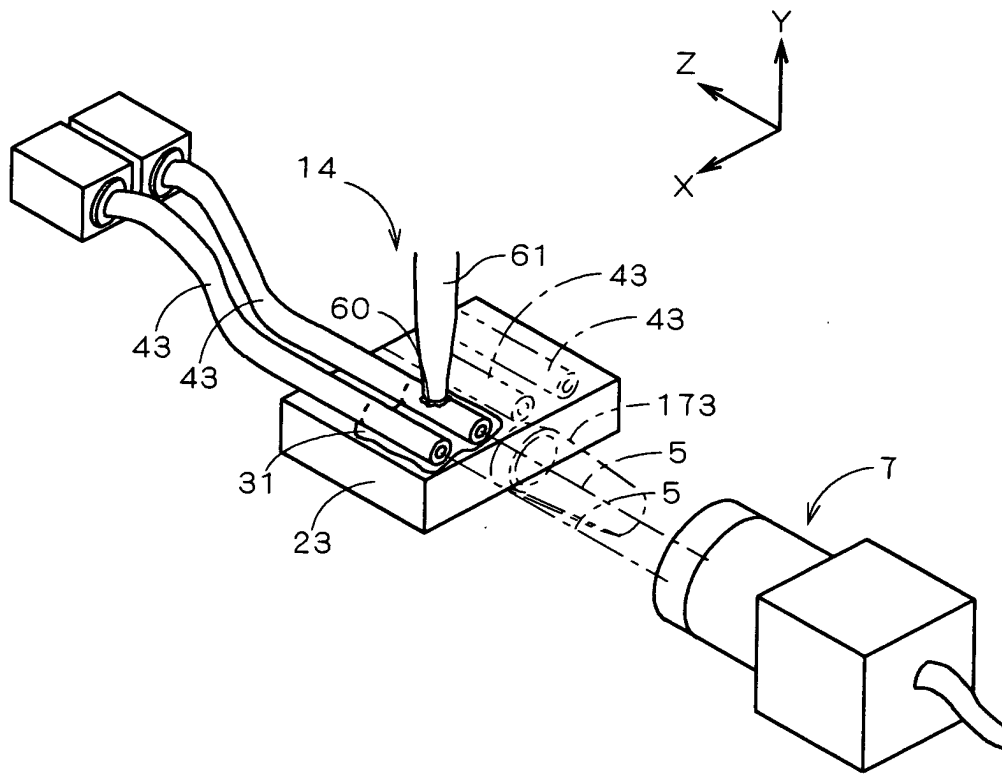
【図 1 4】



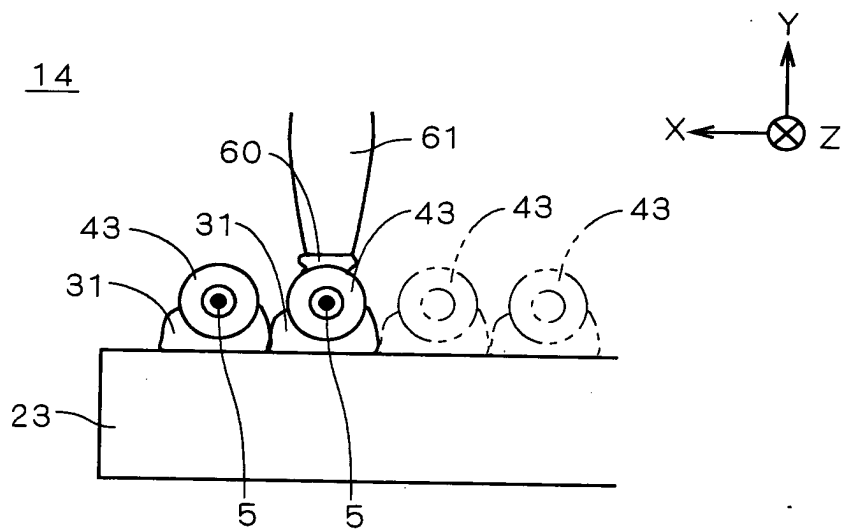
【図 1 5】



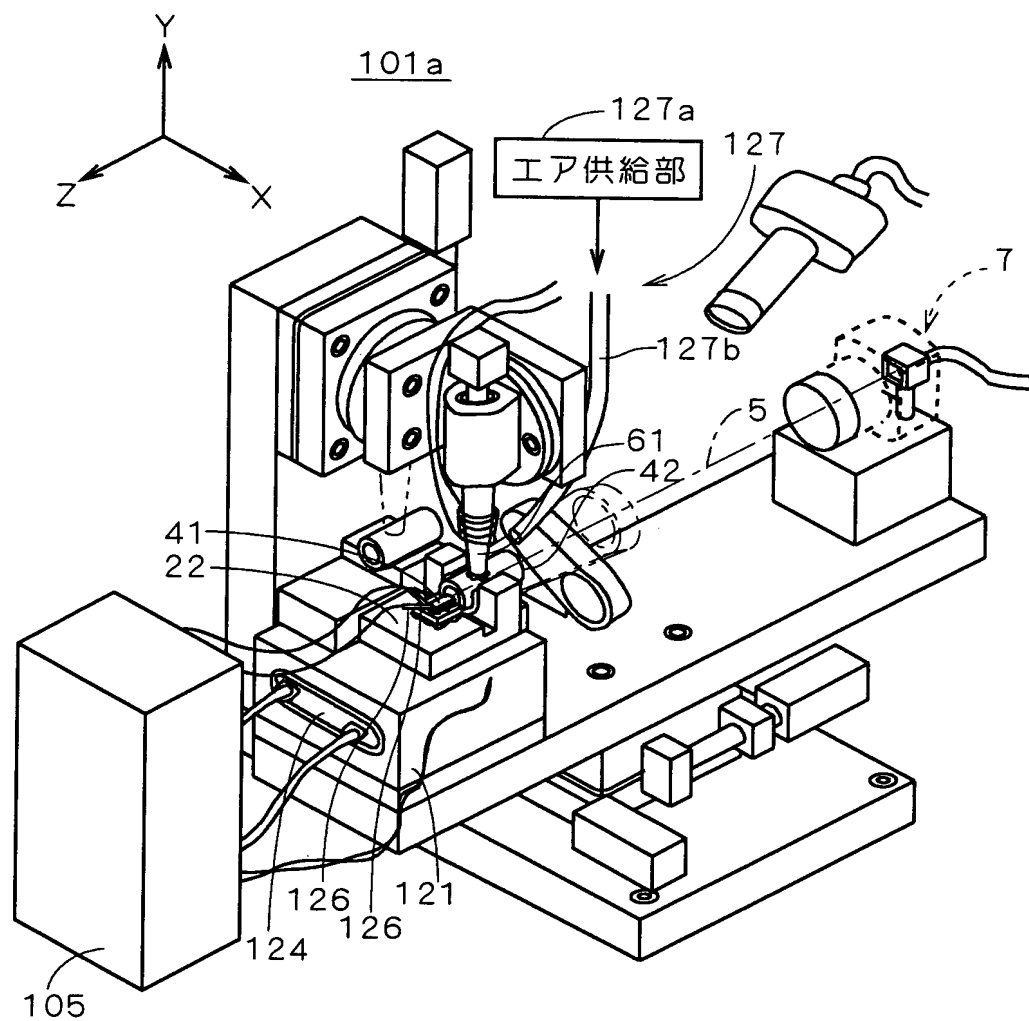
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学素子を高精度に位置決めして固定することができる光学素子固定装置を提供する。

【解決手段】 光学素子固定装置 1 0 1 の保持部 1 2 1 上には半導体レーザ 4 1 が固定されたベース部 2 2 が載置され、半導体レーザ 4 1 により基準光軸 5 が決定される。ベース部 2 2 の溝には、はんだが付与されて溶融される。保持部 1 2 1 に対して互いに垂直な 3 つの移動軸に沿って相対移動、および、互いに垂直な 3 つの回動軸を中心に相対回動可能な支持アーム 6 1 に支持されたコリメータレンズ 4 2 はベース部 2 2 の溝へと搬送される。半導体レーザ 4 1 からの光ビームはコリメータレンズ 4 2 を介して撮像部 7 へと導かれ、光学素子固定装置 1 0 1 では、取得される光ビームの状態を示す画像に基づいてコリメータレンズ 4 2 を基準光軸 5 に対して高精度に位置決めして固定することができる。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000207551]

1. 変更年月日 1990年 8月15日
[変更理由] 新規登録
住 所 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
1
氏 名 大日本スクリーン製造株式会社